



# KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:A

(11) Publication No.1020000020758

(43) Publication Date. 20000415

(21) Application No.1019980039506

(22) Application Date. 19980923

(51) IPC Code:

H01L 21/22

Issue No. 271,771

(71) Applicant:

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

(72) Inventor:

CHO, HYEONG SEOK

CHOI, SANG BONG

HYUN, PIL SIK

JUN, CHUNG SAM

KIM, JEONG GON

KIM, JEONG UK

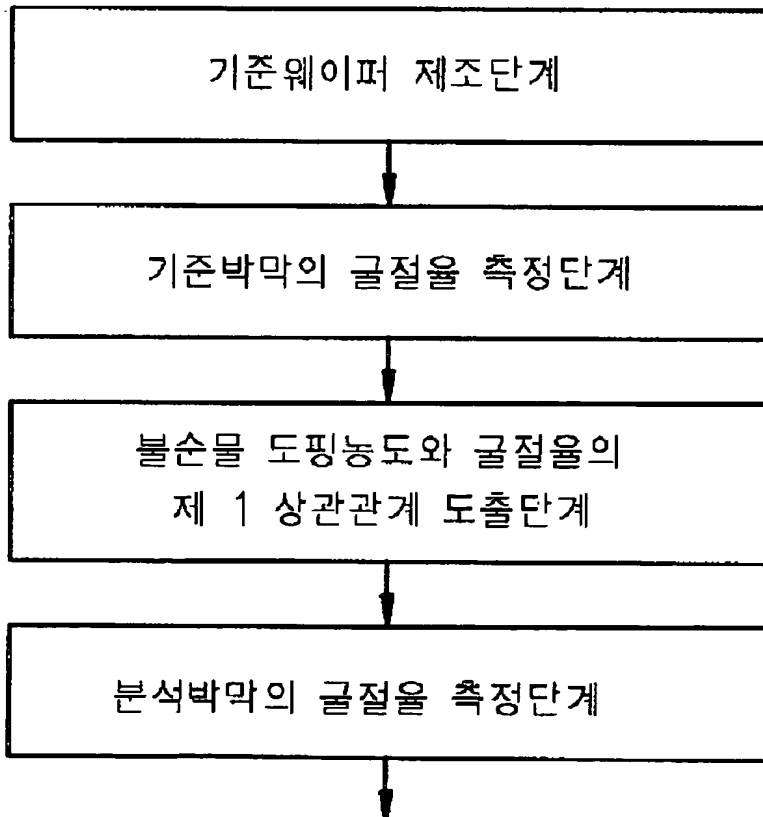
KIM, YONG WAN

(30) Priority:

(54) Title of Invention

APPARATUS OF ANALYZING IMPURITY DOPING DENSITY OF THIN FILM FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE AND ANALYZING METHOD USING THE SAME

Representative drawing



(57) Abstract:

PURPOSE: An analyzing method is provided to measure impurity doping density of a specific thin film by measuring refractivity, absorbance or reflectance of the specific thin film regarding light having a specific range of a wavelength.

CONSTITUTION: A method of analyzing impurity doping density of a thin film comprises the steps of: manufacturing a plurality of a standard wafers on which a standard thin film having different impurity doping density is formed and measuring optic data of a specific range of a wavelength regarding the standard thin film by applying a light source of a predetermined range to the standard wafer; inducing a mutual relation between the impurity doping density of the standard thin film and the optic data; measuring the optic

# (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> (11) 공개번호 특2000-0020758  
H01L 21/22 (43) 공개일자 2000년04월 15일

(21) 출원번호 10-1998-0039506  
(22) 출원일자 1998년09월23일  
(71) 출원인 삼성전자 주식회사 윤종용  
경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416  
(72) 발명자 전충삼  
경기도 수원시 권선구 권선동 1255-4번지  
김정곤  
경기도 수원시 권선구 권선동 풍림아파트 304동 1001호  
김정욱  
서울특별시 노원구 하계동 273번지 장미아파트614동 1102호  
김용완  
서울특별시 서대문구 홍은1동 풍림1차아파트 비동 1206호  
조형석  
서울특별시 서초구 양재2동 280-7번지 다가구 201호  
현필식  
제주도 제주시 일도2동 158-10번지  
최상봉  
경기도 수원시 팔달구 매탄동 810-3번지 삼성1차 아파트 2동 503호  
(74) 대리인 박만순, 신동준

심사청구 : 있음

## (54) 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치 및 이를이용한 분석방법

### 요약

본 발명은 특정영역의 파장을 갖는 빛에 대한 특정 박막의 굴절율, 흡수율 또는 반사율을 측정하여 박막의 불순물 도핑농도를 측정할 수 있는 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치 및 이를 이용한 분석방법에 관한 것이다.

본 발명은 서로 다른 불순물 도핑농도를 갖는 기준박막이 형성된 복수의 기준웨이퍼를 제조한 후, 상기 기준웨이퍼상에 소정영역의 광원을 조사하여 상기 기준박막에 대한 특정파장영역의 광학데이터를 측정하는 단계; 상기 기준박막의 불순물 도핑농도와 상기 광학데이터의 상관관계를 도출해내는 단계; 임의의 농도를 갖는 불순물이 도핑된 분석박막이 소정두께 형성된 반도체기판상에 소정영역의 광원을 조사하여 상기 기준박막의 광학데이터 측정에 사용된 것과 동일한 파장영역에 대한 상기 분석박막의 광학데이터를 측정하는 단계; 및 상기 분석박막의 광학데이터와 상기 상관관계로부터 상기 분석박막의 불순물 도핑농도를 분석하는 단계를 구비하여 이루어진다.

따라서, 생산 웨이퍼에 직접 적용함으로써 생산성 향상과 원가절감을 할 수 있는 효과가 있다.

### 대표도

### 도2

### 명세서

### 도면의 간단한 설명

도1은 본 발명에 의한 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석 장치의 일 실시예를 나타내는 도면이다.

도2는 본 발명에 의한 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도 분석 방법의 제 1 실시예를 나타내는 공정순서도이다.

도3은 본 발명에 의한 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도 분석 방법의 제 2 실시예를 나타내는 공정순서도이다.

도4는 본 발명에 의한 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도 분석 방법의 제 3 실시예를 나타내는 공정순서도이다.

※도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 2 : 척     | 4 : 지지대   |
| 6 : 조명수단  | 7 : 필터    |
| 8 : 필터링수단 | 10 : 검출수단 |
| 12 : 컴퓨터  |           |

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치 및 이를 이용한 분석방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 특정영역의 파장을 갖는 빛에 대한 상기 박막의 굴절율, 흡수율 또는 반사율을 측정하여 박막의 불순물 도핑농도를 측정할 수 있는 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치 및 이를 이용한 분석방법에 관한 것이다.

일반적으로 반도체소자의 제조공정은 여러가지 전기적, 광학적 및 화학적 특성을 갖는 얇은 다결정막, 산화막, 질화막 및 금속막 등과 같은 여러 층의 박막을 반도체기판상에 순차적으로 형성시키는 과정으로서, 상기 박막의 증착공정, 상기 박막이 원하는 소자적 전기적 특성을 지닐 수 있도록 상기 박막의 일부분을 제거하기 위한 사진공정과 식각공정 및 상기 박막의 전기적 특성을 바꾸기 위한 확산공정 및 이온주입공정으로 이루어진다.

현재 반도체소자의 집적도가 향상됨에 따라 상기 반도체소자의 제조공정에 사용되는 박막의 초박막화, 다층화가 이루어지고 이러한 과정속에서 상기 반도체소자의 특성에 커다란 영향을 주는 박막의 전기적 특성과 두께에 대한 보다더 정확하고 엄격한 제어가 요구되고 있다.

따라서, 반도체소자 제조공정에서 상기 박막의 전기적 특성을 좌우하는 불순물 도핑농도의 정확한 제어는 더욱더 중요시되고 있다.

즉, 상기 불순물의 도핑농도에 따라 반도체소자의 동작특성이 심하게 변하기 때문에 상기 도핑된 불순물량을 정확하게 모니터하는 것이 필수공정으로 이루어지고 있다.

통상 반도체소자에서 커패시터의 전극, 트랜지스터의 전극 및 배선을 형성하기 위하여 불순물이 도핑된 아몰퍼스 실리콘막 또는 폴리 실리콘막이 사용되고 있다. 이때 도핑 불순물로는 인(Phosphorus) 등의 5가의 불순물을 주로 사용한다.

현재 반도체소자 제조공정에서 상기 불순물의 도핑농도 측정으로 주로 X-ray 형광(Flourescence) 분석방법 또는 SIMS(Secondary Ion Mass Spectrometry) 분석방법 등을 사용하고 있다.

상기 X-ray 형광 분석방법 및 상기 SIMS 분석방법은 다음과 같은 문제점이 있었다.

상기 X-ray 형광 분석방법은 도핑농도를 측정하기 위해서는 최소 측정 샘플의 크기가 2.5 cm정도는 되어야하므로 실제 반도체소자의 제조가 수행중인 생산웨이퍼로는 측정이 불가능하여 공정진행시 항상 모니터 웨이퍼를 따로 준비하여 간접적으로 측정하여 신뢰성이 떨어지는 문제점과 웨이퍼 1매의 측정시간이 길기 때문에 공정의 지연이 발생하는 문제점이 있었다. 또한, 도핑된 불순물의 양이 일정하더라도 도핑된 박막의 두께에 의한 의존성을 갖는 측정값을 얻게되어 상기 박막두께에 대한 정확한 정보를 알아야 하는 문제점이 있었다.

상기 SIMS 분석방법은 이차이온이 매질과 표면상태에 극히 민감하고 본질적으로 파괴적인 분석방법이라는 문제점이 있었다.

#### 발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 불순물이 도핑된 박막에 소정영역의 파장영역을 갖는 빛을 조사하여 상기 박막에 대한 굴절율, 흡수율 또는 반사율을 측정하여 불순물의 도핑농도를 분석할 수 있는 반도체소자 제조용 박막의 도핑농도의 분석장치 및 이를 이용한 분석방법을 제공하는 데 있다.

### 발명의 구성 및 작용

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치는 불순물이 도핑된 박막이 형성된 웨이퍼가 안착되는 척, 상기 척으로부터 소정간격 이격되며, 상기 척의 중심점에 대하여 경도상으로 원호형상을 갖는 지지대, 상기 지지대내에서 경도방향으로 이동가능하게 설치된 조명수단, 상기 조명수단으로부터 상기 웨이퍼에 조사된 후, 반사된 빛중에서 특정 파장영역의 빛만 통과되도록 하는 다수의 필터가 부착되어 있는

필터링수단, 상기 필터링수단을 통과한 빛을 검출하여 상기 박막의 광학적특성에 대한광학데이터를 측정할 수 있는 측정수단 및 상기 측정수단으로부터 상기 광학데이터를 전송받아 상기 박막내에 도핑되어있는 불순물 도핑농도를 분석하는 데이터처리 프로그램이 내장되어 있는 컴퓨터를 포함하여 이루어진다.

상기 조명수단은 깊은자외선영역에서 적외선영역의 파장을 포함하는 광원일 수 있으며, 상기 필터링수단은 원형형태로 회전가능하여 상기 박막으로부터 반사된 빛이 원하는 필터를 통과하도록 할 수 있다.

상기 데이터처리 프로그램은 상기 광학데이터를 이용하여 상기 박막의 두께도 측정할 수 있다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법은 기지의 서로 다른 불순물 도핑농도를 갖는 기준박막이 형성된 복수의 기준웨이퍼를 제조하는 단계, 상기 기준웨이퍼상에 광원을 조사하여 상기 광원의 특정 파장영역에 대한 상기 기준박막들의 굴절율을 측정하는 단계, 상기 기준박막의 불순물 도핑농도와 상기 굴절율간의 제 1 상관관계를 도출해내는 단계, 임의의 농도를 갖는 불순물이 도핑된 분석박막이 소정두께 형성된 반도체기판상에 상기 기준박막의 굴절율 측정에 사용된 것과 동일한 파장영역의 광원을 조사하여 상기 분석박막의 굴절율을 측정하는 단계 및 상기 분석박막의 굴절율과 상기 제 1 상관관계로부터 상기 분석박막의 불순물 도핑농도를 분석하는 단계를 구비하여 이루어진다.

상기 불순물은 인(Phosphorus)일 수 있으며, 상기 기준박막 및 분석박막은 폴리실리콘막(Poly Silicon Film), 아몰퍼스실리콘막(Amorphous Silicon Film) 또는 HSG막(Hemi Spherical Grained Film)일 수 있다.

상기 광원의 특정파장영역은 380 내지 450 nm가 바람직하다.

상기 목적을 달성하기 위한 다른 본 발명에 따른 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법은 기지의 서로 다른 불순물 도핑농도를 갖는 기준박막이 형성된 복수의 기준웨이퍼를 제조하는 단계, 상기 기준웨이퍼상에 광원을 조사하여 상기 광원의 특정 파장영역에 대한 상기 기준박막들의 흡수율을 측정하는 단계, 상기 기준박막의 불순물 도핑농도와 상기 흡수율간의 제 2 상관관계를 도출해내는 단계, 임의의 농도를 갖는 불순물이 도핑된 분석박막이 소정두께 형성된 반도체기판상에 상기 기준박막의 흡수율 측정에 사용된 것과 동일한 파장영역의 광원을 조사하여 상기 분석박막의 흡수율을 측정하는 단계 및 상기 분석박막의 흡수율과 상기 제 2 상관관계로부터 상기 분석박막의 불순물 도핑농도를 분석하는 단계를 구비하여 이루어진다.

상기 불순물은 인(Phosphorus)일 수 있으며, 상기 기준박막 및 분석박막은 폴리실리콘막(Poly Silicon Film), 아몰퍼스실리콘막(Amorphous Silicon Film) 또는 HSG막(Hemi Spherical Grained Film)일 수 있다.

상기 광원의 특정파장영역은 250 내지 310 nm가 바람직하다.

상기 목적을 달성하기 위한 또다른 본 발명에 따른 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법은 기지의 서로 다른 불순물 도핑농도를 갖는 기준박막이 형성된 복수의 기준웨이퍼를 제조하는 단계, 상기 기준웨이퍼상에 광원을 조사하여 상기 광원의 특정파장영역에 대한 상기 기준박막들의 반사율을 측정하는 단계, 상기 기준박막의 불순물 도핑농도와 상기 반사율간의 제 3 상관관계를 도출해내는 단계, 임의의 농도를 갖는 불순물이 도핑된 분석박막이 소정두께 형성된 반도체기판상에 상기 기준박막의 반사율 측정에 사용된 것과 동일한 파장영역의 광원을 조사하여 상기 분석박막의 반사율을 측정하는 단계 및 상기 분석박막의 반사율과 상기 제 3 상관관계로부터 상기 분석박막의 불순물 도핑농도를 분석하는 단계를 구비하여 이루어진다.

상기 불순물은 인(Phosphorus)일 수 있으며, 상기 기준박막 및 분석박막은 폴리실리콘막(Poly Silicon Film), 아몰퍼스실리콘막(Amorphous Silicon Film) 또는 HSG막(Hemi Spherical Grained Film)일 수 있다.

상기 광원의 특정파장영역은 깊은자외선(Deep Ultra Violet) 파장영역인 것일 수 있으며, 바람직하게는 180 내지 400 nm일 수 있다.

이하, 본 발명의 구체적인 실시예들을 첨부한 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

본 발명은 소정의 파장영역을 포함하는 광원을 불순물이 도핑된 박막 표면에 조사시 불순물 도핑농도에 따라 상기 광원에 대한 박막의 굴절률, 흡수율 또는 반사율이 다른점을 이용하여 불순물 도핑농도를 분석할 수 있는 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치 및 이를 위한 분석방법을 제공하는 데 있다.

도1은 본 발명에 의한 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석 장치의 일 실시예를 나타내는 도면이다.

도1에서 보는 바와 같이, 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치는 불순물이 도핑된 박막이 형성된 웨이퍼(W)가 안착되는 척(2), 상기 척(2)으로부터 소정간격 이격되며, 상기 척(2)의 중심점에 대하여 경도상으로 원호형상의 지지대(4), 상기 지지대(4)내에서 경도 방향으로 이동가능하게 설치된 조명수단(6), 상기 조명수단(6)으로부터 상기 웨이퍼(W)에 조사된 후, 반사된 빛중에서 특정 파장영역의 빛만 통과되도록하는 다수의 필터(7)가 부착되어 있는 필터링수단(8), 상기 필터링수단(8)을 통과한 빛을 검출하여 상기 박막의 굴절율, 흡수율 또는 반사율 등을 포함하는 광학적특성에 대한 광학데이터를 측정할 수 있는

측정수단(10) 및 상기 측정수단(10)으로부터 상기 광학데이터를 전송받아 상기 불순물 도핑농도를 분석하는 데이터처리 프로그램이 내장되어 있는 컴퓨터(12)를 포함하여 이루어진다.

상기 지지대(4)는 일측이 틈니형태로 형성되어 상기 조명수단(6)은 상기 지지대(4)를 가이드레일로하여 동력에 의하여 운동하는 이송수단을 매개로하여 상기 지지대(4)에 부착되어 경도방향으로 원하는 각도로 상기 웨이퍼(W)상에 빛을 조사할 수 있다.

상기 조명수단(6)은 깊은자외선(Deep UltraViolet)영역에서 적외선영역의 파장을 포함하는 광원을 사용할 수 있으며, 상기 필터링수단(8)은 원형형태로 회전가능하여 상기 박막으로부터 반사된 빛중에서 원하는 파장영역의 빛만 필터(7)를 통과하도록 할 수 있다. 즉, 상기 필터링수단(8)은 다양한 파장에 대하여 특정 파장의 영역만 통과되도록 하는 다수의 필터(7)가 원형형태로 배치되어 상기 필터링수단(8)을 동력수단(표시하지 않음)으로 회전시켜 원하는 상기 필터(7)를 정확히 선택할 수 있다. 상기 필터링수단(8)은 다양한 파장영역의 빛을 통과시킬 수 있는 필터로 구성된 다른 필터링수단으로 교환할 수 있음은 당업자에게는 당연하다. 상기 필터링수단(8)의 구성은 본 발명의 형태로 한정되는 것은 아니다.

상기 컴퓨터(12)에 내장되어 있는 상기 데이터처리 프로그램은 백데이터와본 발명의 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치로 측정된 박막의 굴절율, 흡수율 또는 반사율 등의 광학데이터를 비교분석하여 불순물 도핑농도를 분석한다.

상기 백데이터를 구하는 방법은 다음과 같다. 먼저, 서로 다른 불순물 도핑농도를 갖는 기준박막이 형성된 복수의 기준웨이퍼를 제조하는 단계, 상기 기준웨이퍼상에 깊은자외선영역에서 적외선영역의 파장을 포함하는 광원을 조사하여 상기 기준박막에 대한 특정파장영역의 굴절율, 흡수율 또는 반사율 등의 광학데이터를 측정하는 단계 및 상기 기준박막의 불순물 도핑농도와 상기 광학데이터의 상관관계를 도출해내는 단계로 이루어진다. 즉, 서로 다른 도핑농도를 갖는 불순물이 도핑된 기준박막이 형성된 복수의 기준웨이퍼를 준비한 후, 계속해서 종래의 X-ray 형광 분석장치 또는 SIMS 분석장치 등을 사용하여 각각의 상기 기준박막에 대한 불순물 도핑 농도를 구한 후, 계속해서 각각의 상기 기준박막에 소정의 파장영역을 갖는 빛을 조사하여 굴절율, 흡수율 또는 반사율을 측정한 후, 계속해서 각각의 상기 기준박막에 대한 불순물 도핑 농도와 굴절율, 흡수율 또는 반사율에 대한 상관관계인 일련의 방정식을 도출해내는 단계를 포함하여 이루어진다.

따라서, 상기 기준박막과 동종의 박막으로서 동종의 불순물이 도핑된 박막으로부터 측정된 특정파장영역의 굴절율, 흡수율 또는 반사율을 상기 방정식에 대입하여 불순물 도핑 농도를 얻을 수 있다.

이하 상기 불순물 도핑농도 분석장치를 이용한 분석방법에 대한 실시예들에 대하여 기술한다.

#### (제 1 실시예)

도2는 본 발명에 의한 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도 분석 방법의 제 1 실시예를 나타내는 공정순서도이다.

먼저 기준웨이퍼를 제조하는 단계로서, 반도체 웨이퍼상에 소정 두께의 산화막을 형성하고 상기 산화막상에 기준박막으로서 기지의 서로 다른 불순물 도핑농도를 갖는 기준아몰퍼스실리콘막을 형성시켜 복수의 기준웨이퍼를 제조한다. 상기 산화막은 고온산화막(HTO)으로서 대략 1000 Å이다. 상기 불순물로는 인(P)를 도핑하였다. 상기 인의 도핑농도는 SIMS(Secondary Ion Mass Spectrometry)를 이용하여 측정할 수 있다. 이때 상기 인의 도핑농도는 XRF(X-Ray Fluorescence)와 같은 일반적인 다른 측정장치를 이용할 수 있음은 당업자에게는 당연하다.

계속해서 상기 기준아몰퍼스실리콘막에 대한 굴절율을 측정하는 단계로서, 상기 기준웨이퍼상에 깊은자외선영역에서 적외선영역의 파장을 포함하는 파장을 갖는 광원을 조사하여 380 내지 450 nm의 파장영역에 대한 인의 도핑농도에 따른 각각의 기준아몰퍼스실리콘막에 대한 굴절율을 구한다.

상기 굴절율은 박막의 여러 특성중 박막의 결정성에 의존하는 경향을 갖는다. 따라서, 상기 파장영역은 상기 박막의 결정성에 의존하지 않고 상기 불순물 도핑농도에만 의존하는 영역이다.

상기 기준아몰퍼스실리콘막에 대한 굴절율의 측정은 종래의 굴절율 측정장치를 이용할 수 있는 것은 당업자에게는 당연하다.

계속해서 상기 기준아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도와 상기 굴절율간의 제 1 상관관계를 도출해내는 단계로서, SIMS로 측정한 상기 기준아몰퍼스실리콘막 각각에 해당하는 인의 도핑농도와 상기 굴절율을 이용하여 상기 기준아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도와 상기 굴절율에 대한 제 1 상관관계를 도출해낸다.

즉, 상기 서로 다른 인의 도핑농도를 갖는 상기 기준아몰퍼스실리콘막이 형성된 각각의 기준웨이퍼에 해당하는 굴절율과 상기 인의 도핑농도를 이용하여 상기 굴절율을 미지수로하는 일차이상의 방정식을 유도한다.

계속해서 임의의 농도를 갖는 인이 도핑된 분석아몰퍼스실리콘막이 소정두께 형성된 반도체기판상에 소정 파장을 갖는 광원을 조사하여 상기 분석아몰퍼스실리콘막에 대한 굴절율을 측정하는 단계로서, 상기 분석아몰퍼스실리콘막상에 상기 기준아몰퍼스실리콘막의 굴절율 측정에 사용된 동일한 파장영역인 380 내지 450 nm의 파장영역에 대한 분석아몰퍼스실리콘막의 굴절율을

구한다.

계속해서 상기 분석아몰퍼스실리콘막의 품질을과 상기 제 1 상관관계로부터 상기 분석아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도를 분석하는 단계로서, 상기 분석아몰퍼스실리콘막의 품질을과 상기 방정식에 대입하여 분석아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도를 분석한다.

(제 2 실시예)

도3은 본 발명에 의한 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도 분석 방법의 제 2 실시예를 나타내는 공정순서도이다.

먼저 기준웨이퍼를 제조하는 단계로서, 반도체 웨이퍼상에 소정 두께의 산화막을 형성하고 상기 산화막상에 기준박막으로서 기지의 서로 다른 불순물 도핑농도를 갖는 기준아몰퍼스실리콘막을 형성시켜 복수의 기준웨이퍼를 제조한다. 상기 산화막은 고온산화막(HTO)으로서 대략 1000 Å이다. 상기 불순물로는 인(P)를 도핑하였다. 상기 인의 도핑농도는 SIMS(Secondary Ion Mass Spectrometry)를 이용하여 측정할 수 있다. 이때 상기 인의 도핑농도는 XRF(X-Ray Fluorescence)와 같은 일반적인 다른 측정장치를 이용할 수 있음은 당업자에게는 당연하다.

계속해서 상기 기준아몰퍼스실리콘막에 대한 흡수율을 측정하는 단계로서, 상기 기준웨이퍼상에 깊은자외선영역에서 적외선영역의 파장을 포함하는 파장을 갖는 광원을 조사하여 250 내지 310 nm의 파장영역에 대한 인의 도핑농도에 따른 각각의 기준아몰퍼스실리콘막에 대한 흡수율을 구한다.

상기 흡수율은 박막의 여러 특성중 박막의 결정성에 의존하는 경향을 갖는다. 따라서, 상기 파장영역은 상기 박막의 결정성에 의존하지 않고 상기 불순물 도핑농도에만 의존하는 영역이다.

상기 기준아몰퍼스실리콘막에 대한 흡수율의 측정은 종래의 흡수율 측정장비를 이용할 수 있는 것은 당업자에게는 당연하다.

계속해서 상기 기준아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도와 상기 흡수율의 제 2 상관관계를 도출해내는 단계로서, SIMS로 측정한 상기 기준아몰퍼스실리콘막 각각에 해당하는 인의 도핑농도와 상기 흡수율을 이용하여 상기 기준아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도와 상기 흡수율에 대한 제 2 상관관계를 도출해낸다.

즉, 상기 서로 다른 인의 도핑농도를 갖는 상기 기준아몰퍼스실리콘막이 형성된 각각의 기준웨이퍼에 해당하는 흡수율과 상기 인의 도핑농도를 이용하여 상기 흡수율을 미지수로하는 일차이상의 방정식을 유도한다.

계속해서 임의의 농도를 갖는 인이 도핑된 분석아몰퍼스실리콘막이 소정두께 형성된 반도체기판상에 소정 파장을 갖는 광원을 조사하여 상기 분석아몰퍼스실리콘막에 대한 흡수율을 측정하는 단계로서, 상기 분석아몰퍼스실리콘막상에 상기 기준아몰퍼스실리콘막의 흡수율 측정에 사용된 동일한 파장영역인 250 내지 310 nm의 파장영역에 대한 분석아몰퍼스실리콘막의 흡수율을 구한다.

계속해서 상기 분석아몰퍼스실리콘막의 흡수율과 상기 제 2 상관관계로부터 상기 분석아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도를 분석하는 단계로서, 상기 분석아몰퍼스실리콘막의 흡수율을 상기 방정식에 대입하여 분석아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도를 분석한다.

(제 3 실시예)

도4는 본 발명에 의한 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도 분석 방법의 제 3 실시예를 나타내는 공정순서도이다.

먼저 기준웨이퍼를 제조하는 단계로서, 반도체 웨이퍼상에 소정 두께의 산화막을 형성하고 상기 산화막상에 기준박막으로서 서로 다른 불순물 도핑농도를 갖는 기준아몰퍼스실리콘막을 형성시켜 복수의 기준웨이퍼를 제조한다. 상기 산화막은 고온산화막(HTO)으로서 대략 1000 Å이다. 상기 불순물로는 인(P)를 도핑하였다. 상기 인의 도핑농도는 SIMS(Secondary Ion Mass Spectrometry)를 이용하여 측정할 수 있다. 이때 상기 인의 도핑농도는 XRF(X-Ray Fluorescence)와 같은 일반적인 다른 측정장치를 이용할 수 있음은 당업자에게는 당연하다.

계속해서 상기 기준아몰퍼스실리콘막에 대한 반사율을 측정하는 단계로서, 상기 기준웨이퍼상에 깊은자외선영역에서 적외선영역의 파장을 포함하는 파장을 갖는 광원을 조사하여 180 내지 400 nm의 파장영역에 대한 인의 도핑농도에 따른 각각의 기준아몰퍼스실리콘막에 대한 반사율을 구한다.

상기 반사율은 박막의 여러 특성중 박막의 결정성에 의존하는 경향을 갖는다. 따라서, 상기 파장영역은 상기 박막의 결정성에 의존하지 않고 상기 불순물 도핑농도에만 의존하는 영역이다.

상기 기준아몰퍼스실리콘막에 대한 반사율의 측정은 종래의 반사율 측정장비를 이용할 수 있는 것은 당업자에게는 당연하다.

계속해서 상기 기준아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도와 상기 반사율의 제 2 상관관계를 도출해내는 단계로서, SIMS로 측정한 상기 기준아몰퍼스실리콘막 각각에 해당하는 인의 도핑농도와 상기 반사율을 이용하여 상기 기준아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도와 상기 반사율에 대한 제 2 상관관계를 도출해낸다.

즉, 상기 서로 다른 인의 도핑농도를 갖는 상기 기준아몰퍼스실리콘막이 형성된 각각의 기준 웨이퍼에 해당하는 반사율과 상기 인의 도핑농도를 이용하여 상기 반사율을 미지수로하는 일차이상의 방정식을 유도한다.

계속해서 임의의 농도를 갖는 인이 도핑된 분석아몰퍼스실리콘막이 소정두께 형성된 반도체기판상에 소정 파장을 갖는 광원을 조사하여 상기 분석아몰퍼스실리콘막에 대한 반사율을 측정하는 단계로서, 상기 분석아몰퍼스실리콘막상에 상기 기준아몰퍼스실리콘막의 반사율 측정에 사용된 동일한 파장영역인 180 내지 400 nm의 파장영역에 대한 분석아몰퍼스실리콘막의 반사율을 구한다.

계속해서 상기 분석아몰퍼스실리콘막의 반사율과 상기 제 2 상관관계로부터 상기 분석아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도를 분석하는 단계로서, 상기 분석아몰퍼스실리콘막의 반사율을 상기 방정식에 대입하여 분석아몰퍼스실리콘막의 인의 도핑농도를 분석한다.

또한 상기 본 발명의 제 1 실시예, 제 2 실시예 및 제 3 실시예를 수행시 광학적 박막 측정법의 원리로 상기 아몰퍼스실리콘막의 두께도 동시에 측정한다.

본 발명의 제 1 실시예, 제 2 실시예 및 제 3 실시예로부터 본 발명은 실시예로 인이 도핑된 아몰퍼스실리콘막에 대한 인의 도핑농도를 분석하는 방법에 대하여 기술하였으나 상기 실시예들의 공정단계를 종류가 다른 불순물이 도핑된 임의의 박막에 대해서도 적용하여 효과적으로 불순물 도핑농도를 분석할 수 있음은 당업자에게는 당연하다.

따라서, 상기의 실시예들에 따른 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법의 작용효과를 살펴보면 다음과 같다.

반도체소자의 제조를 위한 박막의 도핑농도와 두께를 동시에 측정할 수 있으며, 광원을 사용함으로써 종래의 방법에 의한 샘플 크기의 제한이 없으며, 파괴적인 방법을 사용하지 않음으로서 생산웨이퍼(Product Wafer)에 직접적용할 수 있으므로 모니터 웨이퍼(Monitor Wafer)를 사용하지 않아도 되는 장점이 있다. 따라서, 생산성을 향상할 수 있고, 모니터 웨이퍼를 사용하지 않음으로서 원가를 절감할 수 있다.

#### 발명의 효과

따라서, 생산 웨이퍼로부터 직접 불순물 도핑 농도와 박막의 두께를 동시에 측정할 수 있으므로 생산성 향상과 원가절감을 할 수 있는 효과가 있다.

이상에서 본 발명은 기재된 구체예에 대해서만 상세히 설명되었지만 본 발명의 기술사상 범위 내에서 다양한 변형 및 수정이 가능함은 당업자에게 있어서 명백한 것이며, 이러한 변형 및 수정이 첨부된 특허청구범위에 속함은 당연한 것이다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

불순물이 도핑된 박막이 형성된 웨이퍼가 안착되는 척;

상기 척으로부터 소정간격 이격되며, 상기 척의 중심점에 대하여 경도상으로 원호형상을 갖는 지지대;

상기 지지대내에서 경도방향으로 이동가능하게 설치된 조명수단;

상기 조명수단으로부터 상기 웨이퍼에 조사된 후, 반사된 빛중에서 특정 파장영역의 빛만 통과되도록 하는 다수의 필터가 부착되어 있는 필터링수단;

상기 필터링수단을 통과한 빛을 검출하여 상기 박막의 광학적특성에 대한광학데이타를 측정할 수 있는 측정수단; 및

상기 측정수단으로부터 상기 광학데이타를 전송받아 상기 박막내에 도핑되어있는 불순물 도핑농도를 분석하는 데이타처리 프로그램이 내장되어 있는 컴퓨터;

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치.

##### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 조명수단은 깊은자외선영역(Deep Ultraviolet Region)에서 적외선영역의 파장을 포함하는 광원임을 특징으로 하는 상기 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치.

##### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 필터링수단은 상기 다수의 필터가 원형형태로 배치되어 있으며, 상기 필터링수단이 회전하여 상기 박막으로부터 반사된 빛이 원하는 필터를 통과하도록함을 특징으로 하는 상기 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치.

##### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 박막의 광학적특성은 굴절율, 흡수율 및 반사율을 포함하는 것을 특징으로 하는 상기 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 데이터처리 프로그램은 상기 광학데이터를 이용하여 상기 박막의 두께도 측정함을 특징으로 하는 상기 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석장치.

#### 청구항 6

기지의 서로 다른 불순물 도핑농도를 갖는 기준박막이 형성된 복수의 기준웨이퍼를 제조하는 단계;

상기 기준웨이퍼상에 광원을 조사하여 상기 광원의 특정 파장영역에 대한 상기 기준박막들의 굴절율을 측정하는 단계;

상기 기준박막의 불순물 도핑농도와 상기 굴절율간의 제 1 상관관계를 도출해내는 단계;

임의의 농도를 갖는 불순물이 도핑된 분석박막이 소정두께 형성된 반도체기판상에 상기 기준박막의 굴절율 측정에 사용된 것과 동일한 파장영역의 광원을 조사하여 상기 분석박막의 굴절율을 측정하는 단계; 및

상기 분석박막의 굴절율과 상기 제 1 상관관계로부터 상기 분석박막의 불순물 도핑농도를 분석하는 단계;

를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 불순물은 인(Phosphorus)인 것을 특징으로 하는 상기 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

#### 청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 기준박막 및 분석박막은 폴리실리콘막(Poly Silicon Film), 아몰퍼스실리콘막(Amorphous Silicon Film) 또는 HSG막(Hemi Spherical Grained Film)인 것을 특징으로 하는 상기 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

#### 청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 광원의 특정파장영역은 380 내지 450 nm임을 특징으로 하는 상기 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

#### 청구항 10

기지의 서로 다른 불순물 도핑농도를 갖는 기준박막이 형성된 복수의 기준웨이퍼를 제조하는 단계;

상기 기준웨이퍼상에 광원을 조사하여 상기 광원의 특정 파장영역에 대한 상기 기준박막들의 흡수율을 측정하는 단계;

상기 기준박막의 불순물 도핑농도와 상기 흡수율간의 제 2 상관관계를 도출해내는 단계;

임의의 농도를 갖는 불순물이 도핑된 분석박막이 소정두께 형성된 반도체기판상에 상기 기준박막의 흡수율 측정에 사용된 것과 동일한 파장영역의 광원을 조사하여 상기 분석박막의 흡수율을 측정하는 단계; 및

상기 분석박막의 흡수율과 상기 제 2 상관관계로부터 상기 분석박막의 불순물 도핑농도를 분석하는 단계;

를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 불순물은 인(Phosphorus)인 것을 특징으로 하는 상기 반도체소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

#### 청구항 12



제 10 항에 있어서,

상기 기준박막 및 분석박막은 폴리실리콘막(Poly Silicon Film), 아몰퍼스실리콘막(Amorphous Silicon Film) 또는 HSG막(Hemi Spherical Grained Film)인 것을 특징으로 하는 상기 반도체 소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

#### 청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 광원의 특정파장영역은 250 내지 310 nm임을 특징으로 하는 상기 반도체 소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

#### 청구항 14

기지의 서로 다른 불순물 도핑농도를 갖는 기준박막이 형성된 복수의 기준웨이퍼를 제조하는 단계;

상기 기준웨이퍼상에 광원을 조사하여 상기 광원의 특정파장영역에 대한 상기 기준박막들의 반사율을 측정하는 단계;

상기 기준박막의 불순물 도핑농도와 상기 반사율간의 제 3 상관관계를 도출해내는 단계;

임의의 농도를 갖는 불순물이 도핑된 분석박막이 소정두께 형성된 반도체기판상에 상기 기준박막의 반사율 측정에 사용된 것과 동일한 파장영역의 광원을 조사하여 상기 분석박막의 반사율을 측정하는 단계; 및

상기 분석박막의 반사율과 상기 제 3 상관관계로부터 상기 분석박막의 불순물 도핑농도를 분석하는 단계;

를 구비하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 불순물은 인(Phosphorus)인 것을 특징으로 하는 상기 반도체 소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

#### 청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 기준박막 및 분석박막은 폴리실리콘막(Poly Silicon Film), 아몰퍼스실리콘막(Amorphous Silicon Film) 또는 HSG막(Hemi Spherical Grained Film)인 것을 특징으로 하는 상기 반도체 소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

#### 청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 광원의 특정파장영역은 깊은자외선(Deep UltraViolet) 파장영역인 것을 특징으로 하는 상기 반도체 소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석 방법.

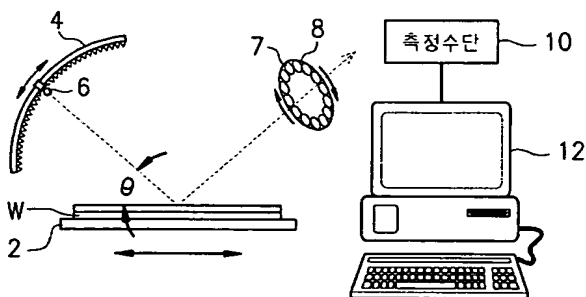
#### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

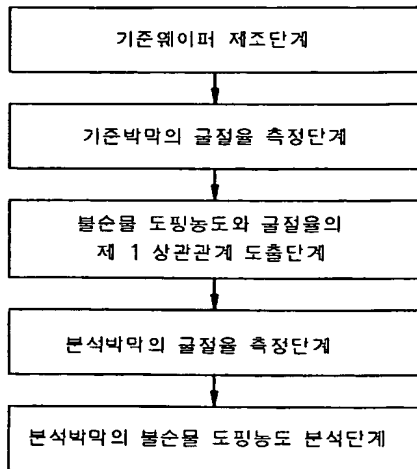
상기 파장영역은 바람직하게 180 내지 400nm인 것을 특징으로 하는 상기 반도체 소자 제조용 박막의 불순물 도핑농도의 분석방법.

도면

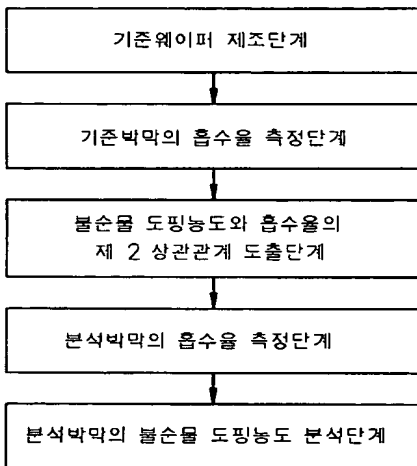
도면1



도면2



도면3



도면4

